

## Università degli Studi di Napoli Federico II

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente ed il Territorio



Analisi della sostenibilità ambientale del processo di landfill mining per il recupero di frazioni polimeriche, attraverso la metodologia del Life Cycle Assessment





**RELATORE:** 

Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

**CO-RELATORE:** 

Prof. Cosimo Carfagna

Francesco Spina

ANNO ACCADEMICO 2017/2018

#### Sostenibilità ambientale



#### Economia circolare



## **Landfill Mining**



#### **Obiettivi:**

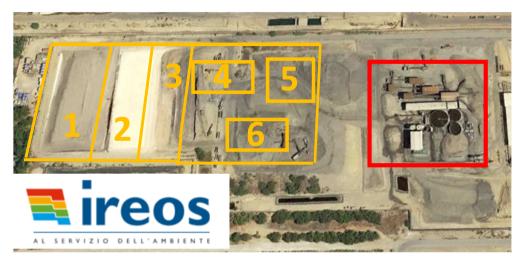
Aumentare la capacità del sito

Recuperare e riciclare materiali

Recuperare materiali ad alto potere calorifero

Bonificare il sito contaminato

### Caso studio: Portoscuso (CI)



- Discarica incontrollata industriale
- Volume di 334000 m3
- Area di 42000 m2
- Massa di rifiuti di 530000 ton
- Operato da Ireos S.p.A.
- 3 anni di lavorazioni
- 70000 kWh annui di EnEl impiegata
- 530 m3/h di acqua impiegata

600 ton plastica



2900 ton ferro

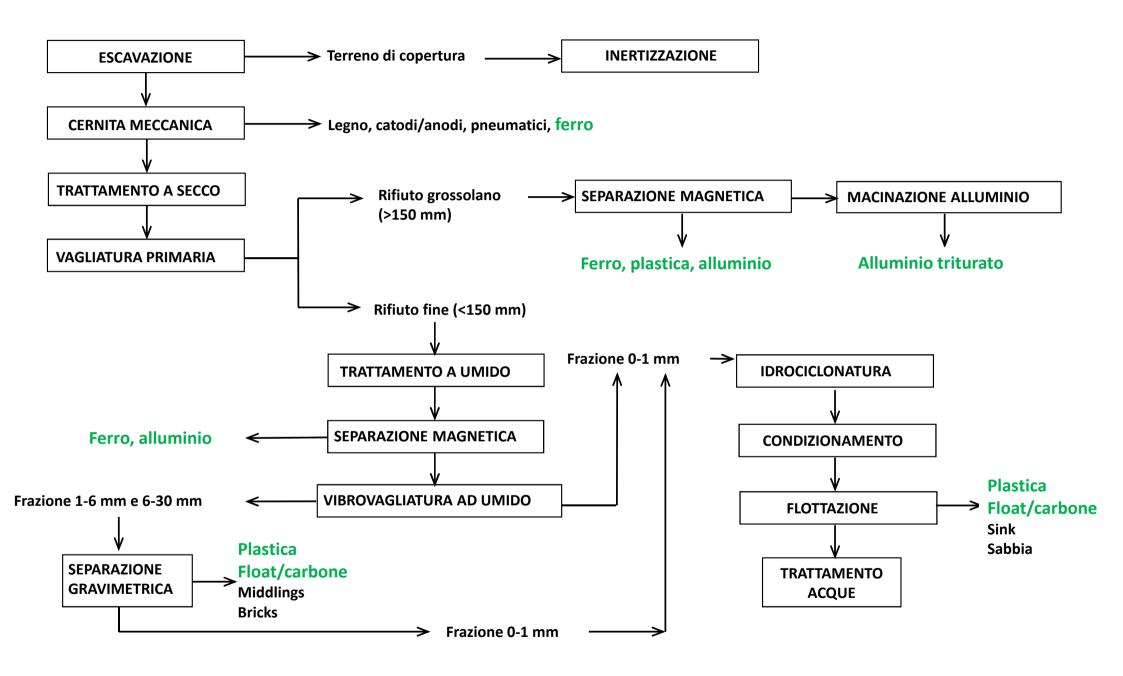


6000 ton alluminio



6900 ton carbone

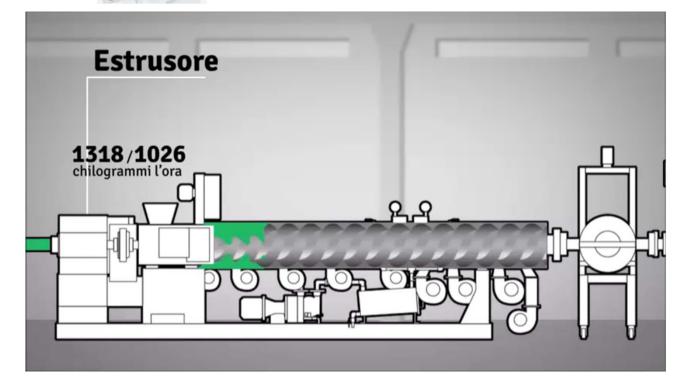




Produzione di HDPE da frazione recuperata





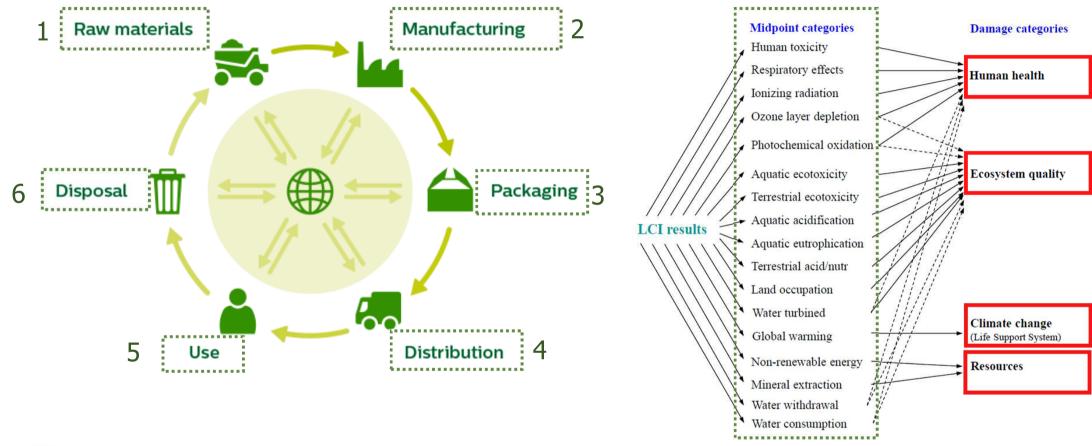








## Life Cycle Assessment

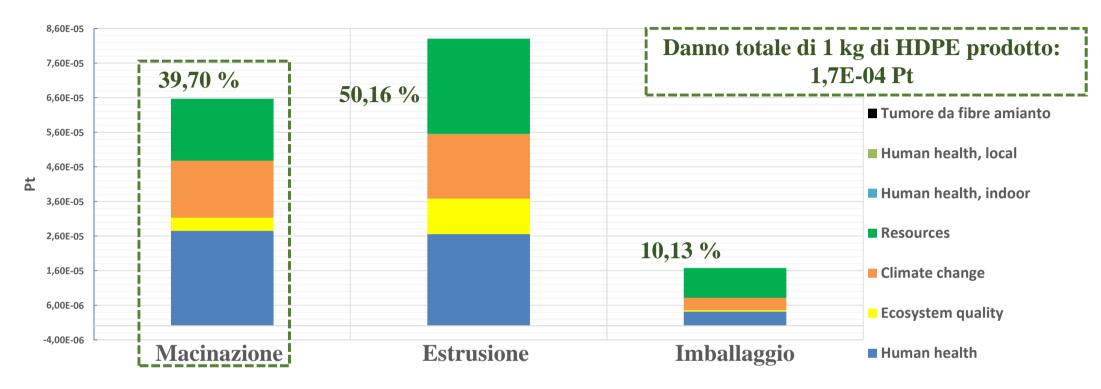






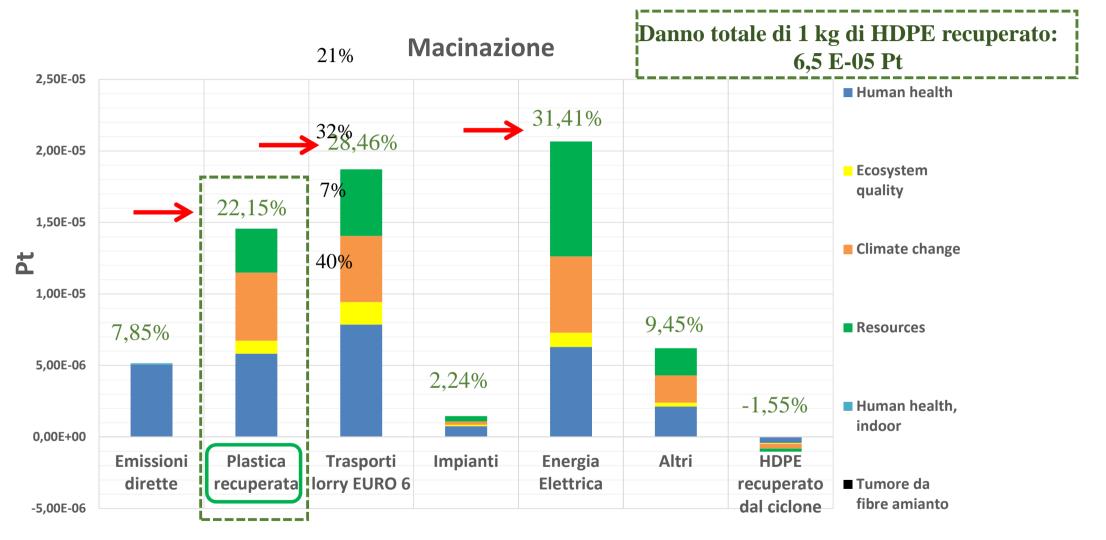
SimaPro

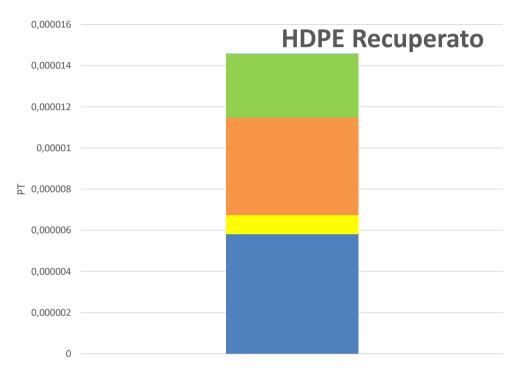
# Analisi del danno: produzione HDPE da plastica recuperata



Categoria di danno %		Sostanza	Processo	
Human health	35,23	Particulates, <2,5 mm	Estrusione del granulo HDPE	
Resources	32,58	Uranium	Produzione di energia elettrica	
Climate change	23,44	Carbon dioxide, fossil	Produzione di energia elettrica	
Ecosystem quality	8,67	Occupation, forest, intensive	Produzione di energia elettrica	
Human health, indoor	0,06	Particulates>10 mm, indoor	Macinazione di HDPE	
Tumore da fibre amianto	3,05E-10	Fibra di amianto	Macinazione di HDPE	

## Analisi del danno: macinazione frazione plastica recuperata





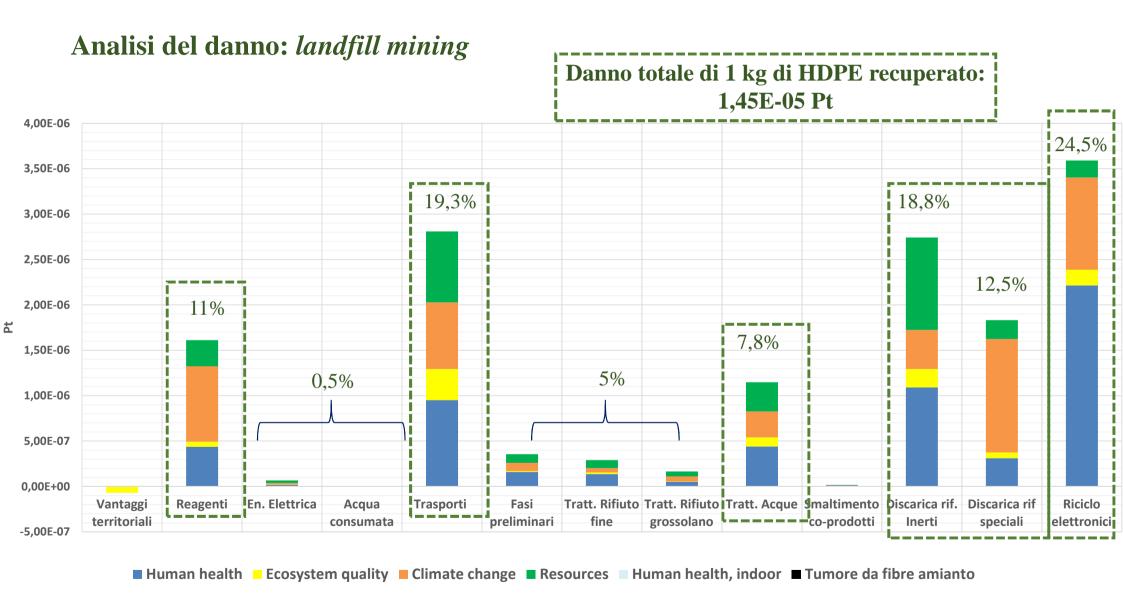
- Tumore da fibre amianto
- Human health, indoor
- Resources
- Climate change
- Ecosystem quality
- Human health



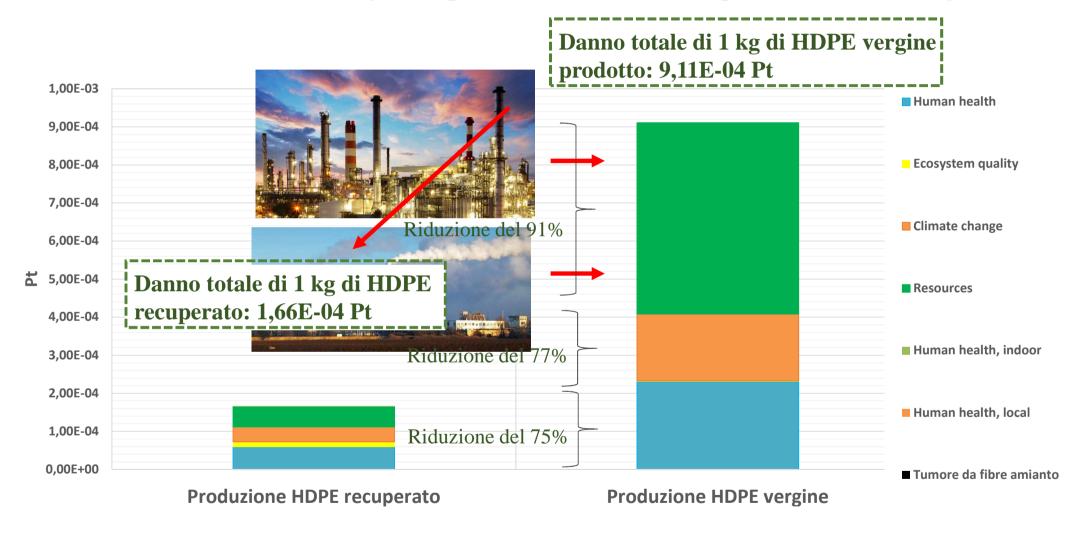








### Analisi di sensibilità: confronto produzione HDPE recuperato e HDPE vergine



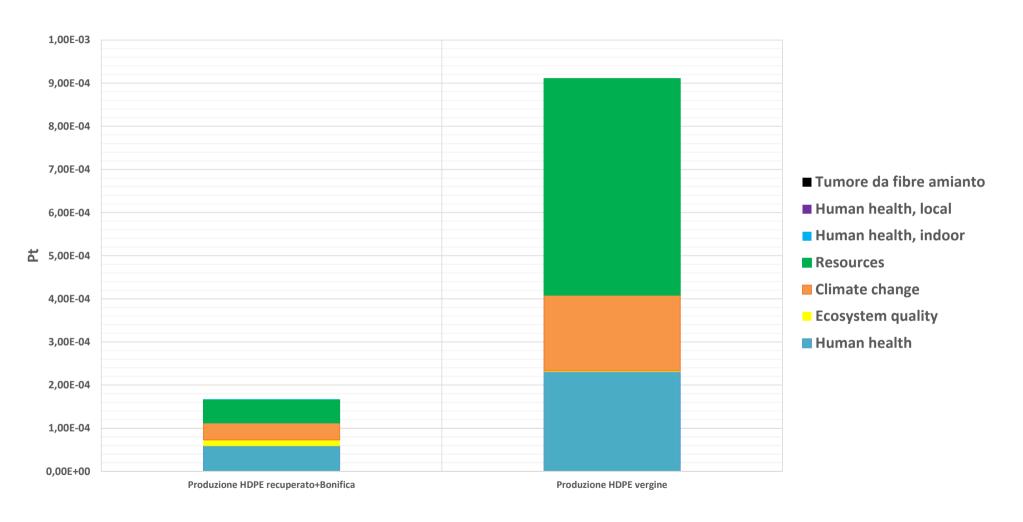




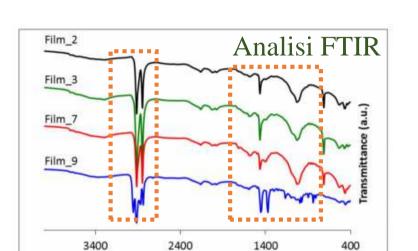




### Analisi di sensibilità: confronto LCA produzione HDPE recuperato con bonifica e HDPE vergine



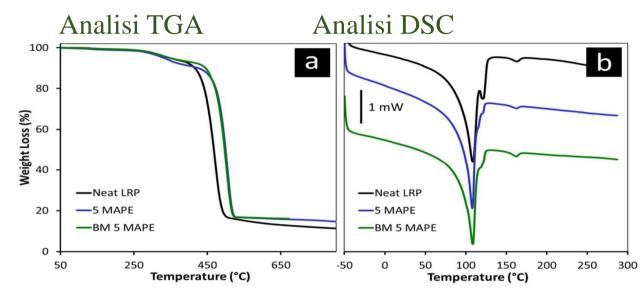
#### Analisi in laboratorio



Wavenumber (cm-1)



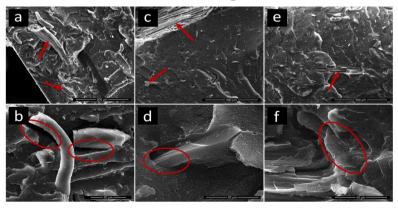




Prove meccaniche

Code	Additive	E (MPa)	σmax (MPa)	εR (%)	R (kJ/m2)
Neat LRP	-	280 ± 15	8.6 ± 0.4	11 ± 2	7.4 ± 0.5
2.5 EPR	EPR 2.5%	188 ± 7	8.1 ± 0.2	19 ± 5	9.5 ± 0.7
5 EPR	EPR 5%	150 ± 10	7.4 ± 0.2	24 ± 5	15 ± 4
2.5 EPDM	EPDM-g-MA 2.5%	151 ± 7	7.6 ± 0.4	17 ± 4	15 ± 2
5 EPDM	EPDM-g-MA 5%	130 ± 14	6.6 ± 0.9	14 ± 2	18 ± 1
2.5 MAPE	MAPE 2.5%	259 ± 9	10.4 ± 0.5	19 ± 4	8.9 ± 0.7
5 MAPE	MAPE 5%	188 ± 4	9.9 ± 0.4	23 ± 9	11.1 ± 0.9
10 MAPE	MAPE 10%	198 ± 7	9.7 ± 0.3	25 ± 9	14.7 ± 0.9
BM LRP	-	273 ± 8	10.4 ± 0.1	26 ± 6	4.9 ± 0.4
BM 2.5 MAPE	MAPE 2.5%	202 ± 7	9.8 ± 0.1	47 ± 4	9.5 ± 0.3
BM 5 MAPE	MAPE 5%	221 ± 9	10.3 ± 0.4	45 ± 5	11.2 ± 0.8

Analisi morfologica SEM



## Conclusioni

Danno totale di 1 kg di HDPE recuperato da landfill mining prodotto: 1,7E-04 Pt

VS

Danno totale di 1 kg di HDPE vergine prodotto: 9,11E-04 Pt



- Riduco il danno del 90% sulle Resources
- Riduco il danno del 77% sul Climate Change
- Riduco il danno del 75% sulla Human Health







# Miglior compromesso da analisi CNR-IPCB:

Code	Additive	E (MPa)	$\sigma_{max}$ (MPa)	ε <sub>R</sub> (%)	R (kJ/m <sup>2</sup> )
Neat LRP	24	$280 \pm 15$	$8.6 \pm 0.4$	$11 \pm 2$	$7.4 \pm 0.5$
2.5 EPR	EPR 2.5%	$188 \pm 7$	$8.1 \pm 0.2$	$19 \pm 5$	$9.5 \pm 0.7$
5 EPR	EPR 5%	$150 \pm 10$	$7.4 \pm 0.2$	$24 \pm 5$	$15 \pm 4$
2.5 EPDM	EPDM-g-MA 2.5%	$151 \pm 7$	$7.6 \pm 0.4$	$17 \pm 4$	$15 \pm 2$
5 EPDM	EPDM-g-MA 5%	$130 \pm 14$	$6.6 \pm 0.9$	$14 \pm 2$	$18 \pm 1$
2.5 MAPE	MAPE 2.5%	$259 \pm 9$	$10.4 \pm 0.5$	$19 \pm 4$	$8.9 \pm 0.7$
5 MAPE	MAPE 5%	$188 \pm 4$	$9.9 \pm 0.4$	$23 \pm 9$	$11.1 \pm 0.9$
10 MAPE	MAPE 10%	$198 \pm 7$	$9.7 \pm 0.3$	$25 \pm 9$	$14.7 \pm 0.9$
BM LRP	45	$273 \pm 8$	$10.4 \pm 0.1$	$26 \pm 6$	$4.9 \pm 0.4$
BM 2.5 MAPE	MAPE 2.5%	$202 \pm 7$	$9.8 \pm 0.1$	$47 \pm 4$	$9.5 \pm 0.3$
BM 5 MAPE	MAPE 5%	$221 \pm 9$	$10.3 \pm 0.4$	$45 \pm 5$	$11.2 \pm 0.8$









